
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP Examination
Academic Session 2008/2009

June 2009

EAS 152/3 – Strength of Materials
[Kekuatan Bahan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **THIRTEEN (13)** printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA BELAS (13)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions: This paper consists of **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions only. All questions carry the same marks.

[**Arahan:** Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

All questions **MUST BE** answered on a new page.

[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru.]

Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.

[Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.]

1. Figure 1 shows a rigid bar ABCD which is supported by vertical bars BE and CF at point B and C, respectively. A vertical load of 50kN acts at point A. Both bars BE and CF are made of steel with modulus of elasticity $E=190\text{GPa}$ and cross-sectional area of $A_{BE}=15 \times 10^3\text{mm}^2$ and $A_{CF}=10 \times 10^3\text{mm}^2$, respectively. Connection details of joint C is shown in Figure 2 where the thickness of rigid bar ABCD is 20mm and the diameter of bolt is 35mm.

Calculate:

- Average normal stress in bars BE and CF
- Shear stress in the bolt at C
- Bearing stress between rigid bar ABCD and bolt at C
- Change in length of bar BE and CF
- Vertical displacements of point D

(20 marks)

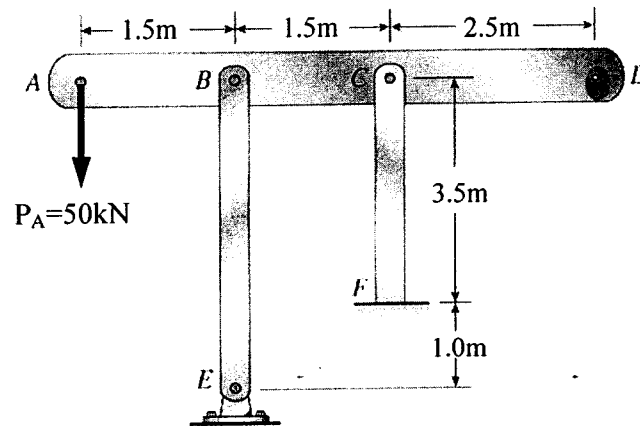


Figure 1

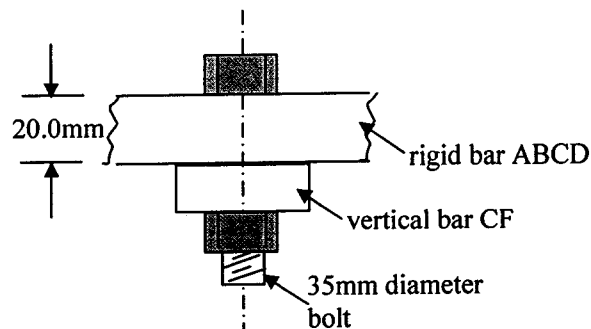


Figure 2

2. Figure 3 shows a stressed element. Using method of Mohr's circle, determine:

(a) Principal stresses (σ_1 , σ_2) and the corresponding planes from x-axis where they occur. (6 marks)

(b) Positive and negative maximum shear stresses (τ_{\max} , τ_{\min}) and the corresponding planes from x-axis where they occur. (6 marks)

(c) Stresses (σ_{x1} , τ_{x1y1}) on the plane shown in Figure 4. (4 marks)

(d) Stresses (σ_{x1} , τ_{x1y1}) on the plane shown in Figure 5. (4 marks)

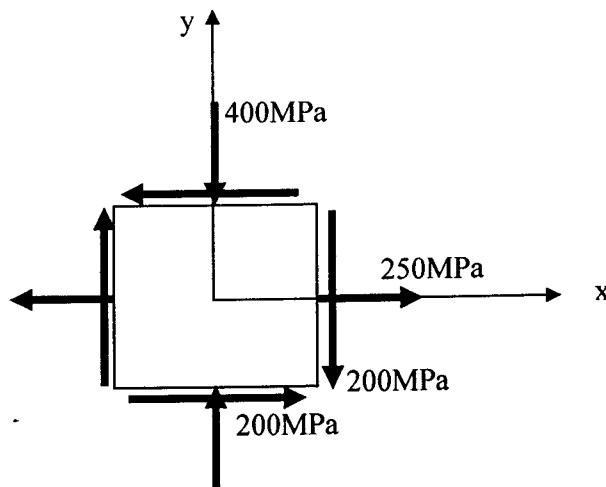


Figure 3

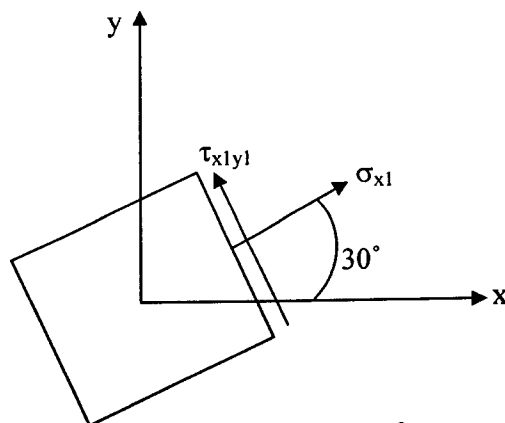


Figure 4

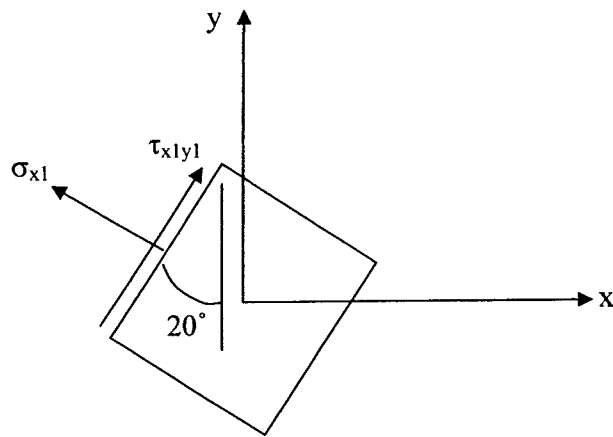


Figure 5

3. a) Define γ_{max} and T in the following equations for torsion in circular shaft and state the unit for each parameter.

$$i) \gamma_{max} = \frac{rc}{JG} \quad (2.5 \text{ marks})$$

$$ii) T = \frac{\tau_{max} J}{c} \quad (2.5 \text{ marks})$$

- (b) A 1.5 m long cantilever hollow cylindrical steel shaft having $d_1=40$ mm and $d_2=60$ mm is subjected to a torque T .

- i) Calculate the largest value of T that can be applied if the shearing stress is not to exceed 120 MPa.

(5 marks)

- ii) Calculate the corresponding minimum value of the shearing stress in the shaft.

(5 marks)

- (c) Calculate the value of T that should be applied to the end of the shaft in (b) to produce a twist of 2° ($G=77\text{GPa}$).

(5 marks)

...5/-

4. A beam as shown in Figure 6 is carrying a 20 kN concentrated load at D and two uniformly distributed loads of 15 kN/m and 10 kN/m along segment AB and BC, respectively. The beam is pinned at A and supported by a roller at C.

(a) Derive the shear force and moment function in terms of x for segment AB, BC and CD of the beam. State clearly the origin point and the range of x taken, in order to derive the functions for each segment of the beam

(12 marks)

(b) Draw the shear force and bending moment diagram for the beam

(4 marks)

(c) If it is given that the allowable bending stress and shear stress of the material used for the beam are 8.0MPa and 0.8MPa, respectively, propose the height of rectangular beam so that it can resist the maximum shear force of the beam. The width of the beam is 150 mm.

(4 marks)

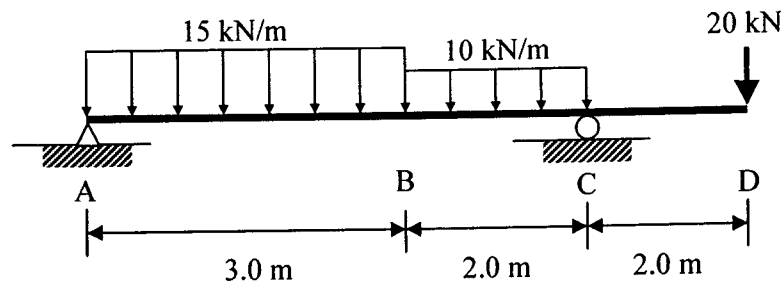


Figure 6

5. (a) Columns can be categorised by slenderness ratio. Name **THREE (3)** types of column according to slenderness ratio as well as the range of each category.

(4 marks)

(b) A rectangular section 5.5 m long as shown in Figure 7 is to be used as a column with both end fixed. The actual length of the column is 5.5 m. Take modulus of elasticity as 200 GPa.

- Calculate the radius of gyration of about both axes for the section
- Calculate the slenderness ratio of the column
- Determine the Euler's buckling load
- Determine the maximum load that the column can support with a factor of safety of 2.0

(10 marks)

(c) Determine the buckling load for the same rectangular section if its end conditions are changed to:

- (i) fixed-hinged,
- (ii) hinged-hinged, and
- (iii) fixed-free end supports.

(6 marks)

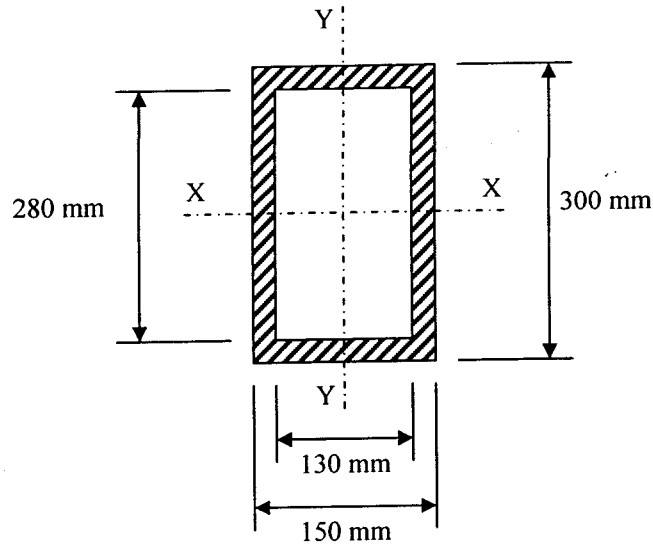


Figure 7

6. (a) Figure 8 shows a beam carrying a concentrated load of P at free end B. Prove that the angle of rotation at B is $PL^2/2EI$ by using double integration method. The modulus of elasticity and second moment of inertia of the beam are constant.

(10 marks)

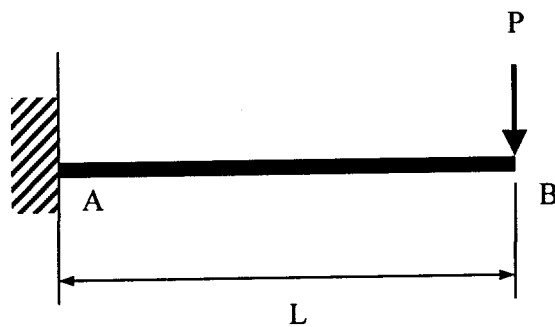


Figure 8

(b) A horizontal beam ABC of rectangular cross section and length 2.7m is supported by an inclined strut BD as shown in Figure 9(a). The strut, which consists of two flat bars, is connected to the beam at joint B by a bolt of diameter $d = 20\text{mm}$. Figure 9(b) shows the details of the connection at B. The vertical distance between supports A and D is 1.0m.

...7/-

- i) If the allowable shear stress in the bolt at B is 90MPa, compute the allowable value of the load P , P_{all} , acting at joint C.
- ii) Determine the corresponding bearing stress between the strut and the bolt at joint B under load P_{all} computed in (a)

(10 marks)

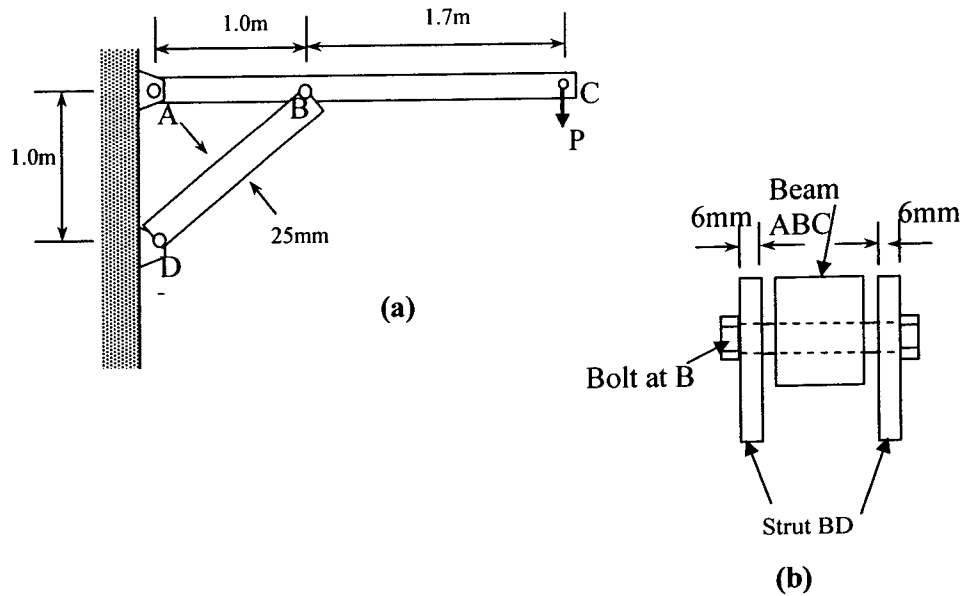


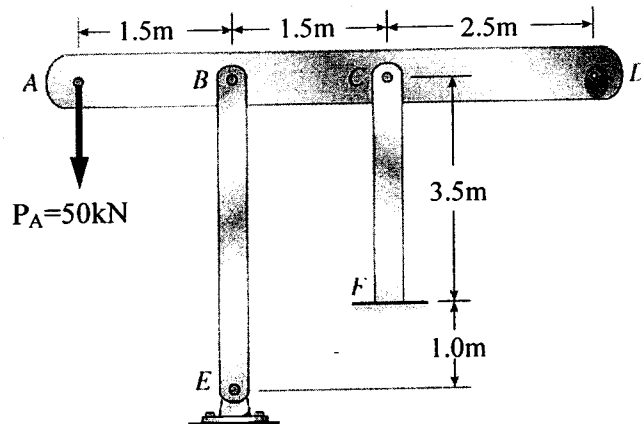
Figure 9

1. Rajah 1 menunjukkan satu bar tegar ABCD yang disokong oleh bar pugak BE pada titik B dan bar CF pada titik C. Satu beban pugak 50kN bertindak pada titik A. Kedua-dua bar BE dan CF masing-masing adalah dibuat daripada keluli dengan modulus keanjalan $E=190\text{GPa}$ dan luas keratan $A_{BE}=15 \times 10^3\text{mm}^2$ untuk bar BE dan $A_{CF}=10 \times 10^3\text{mm}^2$. Butir sambungan C ditunjukkan dalam Rajah 2 dimana ketebalan bar tegar ABCD adalah 20mm dan garispusat bolt adalah 35mm.

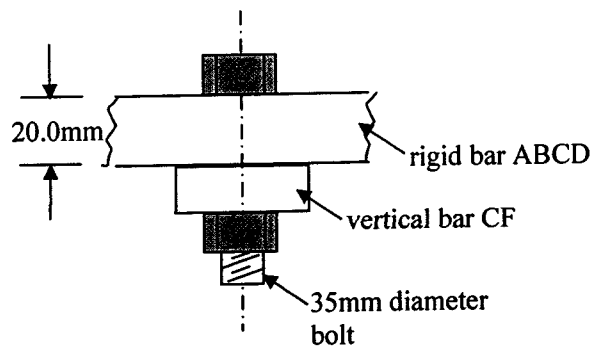
Kirakan :

- Tegasan normal purata dalam bar BE dan CF
- Tegasan ricih dalam bolt pada C
- Tegasan galas antara bar tegar ABCD dan bolt pada C
- Perubahan panjang bar BE dan CF
- Anjakan pugak titik D

(20 markah)



Rajah 1



Rajah 2

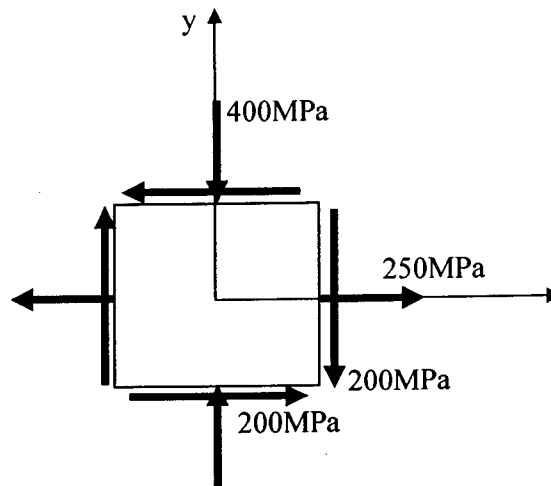
2. Rajah 3 menunjukkan satu elemen tertegas. Dengan menggunakan kaedah bulatan Mohr, tentukan:

(a) Tegasan utama (σ_1, σ_2) dan sudut satah yang berkaitan dari paksi-x dimana tegasan utama berlaku. (6 markah)

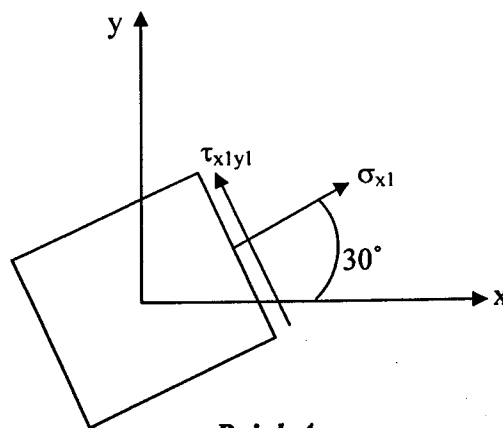
(b) Tegasan ricih maksima positif dan negatif (τ_{max}, τ_{min}) dan sudut satah yang berkaitan dari paksi-x dimana tegasan ricih maksima berlaku. (6 markah)

(c) Tegasan (σ_{x1}, τ_{x1y1}) atas satah yang ditunjukkan dalam Rajah 4 (4 markah)

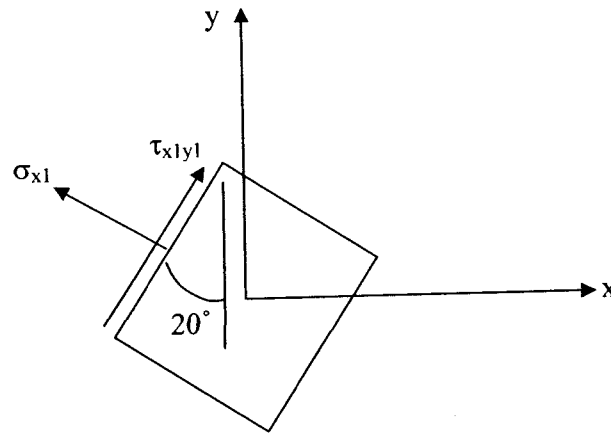
(d) Tegasan (σ_{x1}, τ_{x1y1}) atas satah yang ditunjukkan dalam Rajah 5 (4 markah)



Rajah 3



Rajah 4



Rajah 5

3. (a) Takrifkan γ_{max} dan T dalam persamaan dibawah untuk kilasan dalam aci bulat dan nyatakan unit untuk setiap parameter.

i)
$$\gamma_{max} = \frac{Tc}{JG}$$

(2.5 markah)

ii)
$$T = \frac{\tau_{max} J}{c}$$

(2.5 markah)

- (b) Satu aci keluli silinder julur dengan panjang 1.5 m mempunyai $d_1=40$ mm dan $d_2=60$ mm dikenakan momen kilasan T .

- i) Kirakan nilai T terbesar yang boleh dikenakan sekiranya tegasan ricih yang terhasil tidak boleh melebihi 120 MPa.

(5 markah)

- ii) Kirakan nilai minima tegasan ricih yang terhasil dalam aci.

(5 markah)

- (c) Kirakan nilai T yang harus dikenakan keatas hujung aci untuk menghasilkan sudut piuh 2° dalam aci (b) (Diberi $G=77\text{GPa}$).

(5 markah)

4. Satu rasuk ditunjukkan dalam Rajah 6 menanggung beban tumpu 20 kN di D dan dua beban teragih seragam 15 kN/m dan 10 kN/m masing-masing di sepanjang rentang AB dan BC. Rasuk tersebut disokong pin di A dan disokong rola di C.

(a) Terbitkan fungsi daya ricih dan momen dalam sebutan x bagi bahagian AB, BC dan CD rasuk tersebut. Nyatakan dengan jelas titik asalan dan had nilai x yang digunakan untuk menerbitkan fungsi-fungsi tersebut bagi setiap bahagian rasuk.

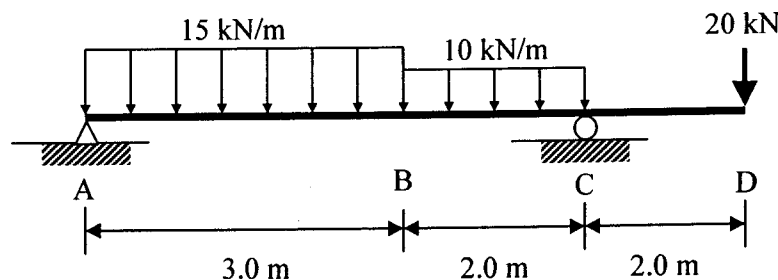
(12 markah)

(b) Lukiskan gambarajah daya ricih dan momen lentur bagi rasuk tersebut.

(4 markah)

(c) Jika tegasan lentur dan tegasan ricih yang dibenarkan bagi bahan yang digunakan untuk rasuk tersebut masing-masing ialah 8.0MPa dan 0.8MPa, cadangkan ketinggian rasuk segiempat tepat supaya ia dapat menanggung nilai daya ricih maksimum rasuk tersebut. Lebar rasuk ialah 150 mm.

(4 markah)



Rajah 6

5. (a) Tiang boleh dikategorikan berdasarkan nisbah kelangsingan. Namakan **TIGA** (3) jenis tiang berdasarkan nilai nisbah kelangsingan tersebut serta nyatakan julatnya untuk setiap kategori.

(4 markah)

(b) Satu keratan segiempat tepat seperti ditunjukkan dalam Rajah 7 akan digunakan sebagai tiang dengan satu hujungnya diikat tegar dan hujung yang lain disokong pin. Tinggi sebenar tiang tersebut ialah 5.5 m. Ambil modulus keanjalan sebagai 210 GPa.

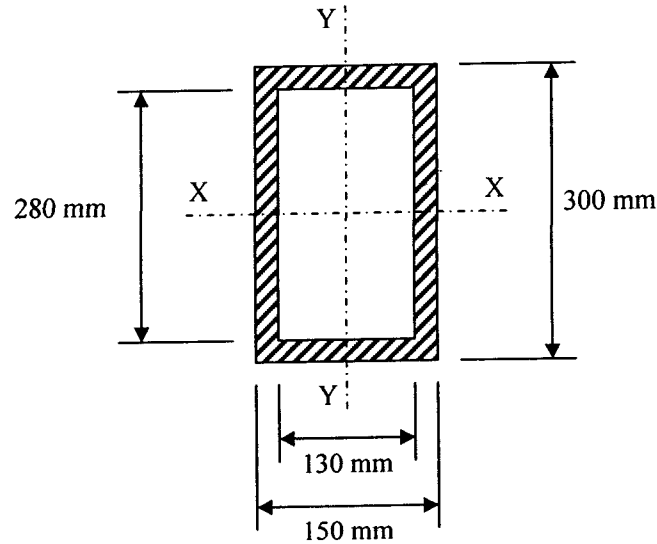
- Kira jejari legaran terhadap kedua-dua paksi bagi keratan
- Kira nisbah kelangsingan tiang
- Tentukan beban lengkok Euler
- Tentukan beban maksimum yang boleh ditanggung tiang dengan faktor keselamatan 2.0

(10 markah)

(c) Tentukan beban lengkok Euler bagi keratan segiempat tepat sekiranya keadaan hujung tiang tersebut ditukar kepada:

- (i) diikat tegar-pin
- (ii) diikat tegar-diikat tegar, dan
- (iii) diikat tegar-hujung bebas

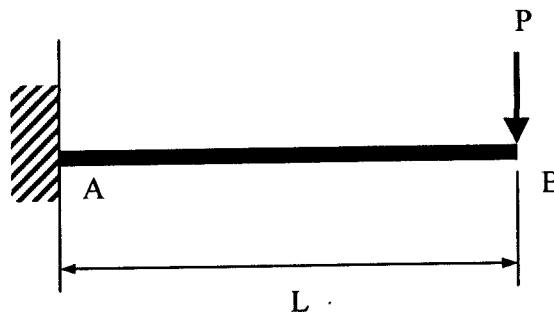
(6 markah)



Rajah 7

6. (a) Rajah 8 menunjukkan satu rasuk yang menanggung beban tumpu P di hujung bebas B. Buktikan bahawa sudut putaran di B ialah $PL^2/2EI$ dengan menggunakan kaedah kamiran berganda. Modulus keanjalan dan momen inersia rasuk tersebut adalah malar.

(10 markah)

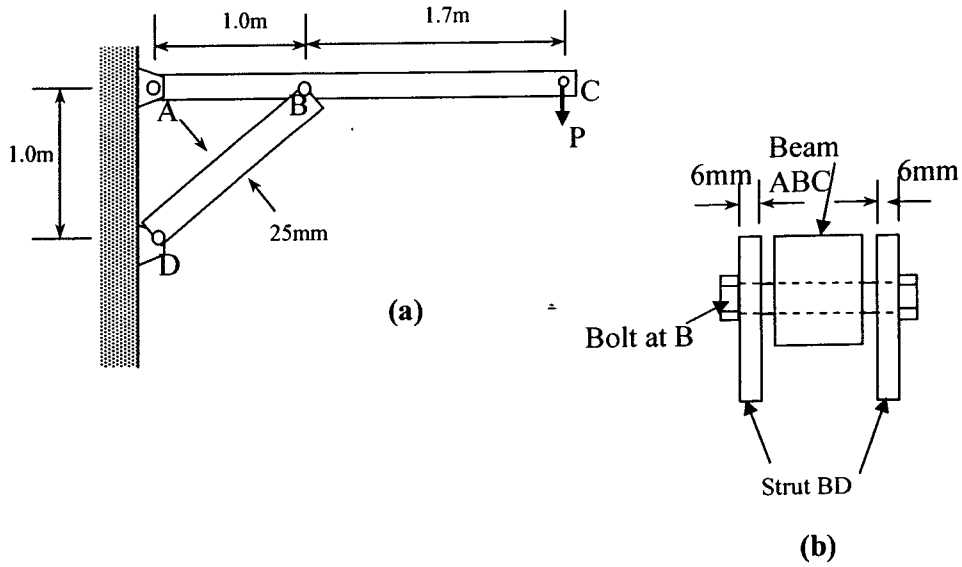


Rajah 8

- (b) Satu rasuk ufuk ABC berbentuk keratan segiempat tepat dan mempunyai panjang 2.7m disokong oleh satu tupang condong seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 9(a). Topang berkenaan yang terdiri daripada dua bar leper disambung kepada rasuk pada B melalui satu bolt bergaris pusat 20mm. Rajah 9(b) menunjukkan butiran sambungan pada B. Jarak pugak antara penyokong A dan D adalah 1.0m.

- i) Kirakan nilai beban P bertindak pada C yang dibenarkan, P_{all} , sekiranya tegasan ricih bolt pada B yang dibenarkan adalah 90MPa
- ii) Tentukan tegasan galas antara topang dan bolt pada B dibawah tindakan beban P_{all} yang dikira dalam (a).

(10 markah)



Rajah 9

-ooOOOoo-